

INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR AUTOMOBILE AND ITS OPERATION METHOD

Publication number: JP2000038960

Publication date: 2000-02-08

Inventor: MALLEBREIN GEORG

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT

Classification:

- **international:** F02M25/08; F02B47/08; F02D21/08; F02D41/00;
F02D41/02; F02D41/14; F02D41/18; F02D43/00;
F02M25/07; F02M25/08; F02M25/08; F02B47/00;
F02D21/00; F02D41/00; F02D41/02; F02D41/14;
F02D41/18; F02D43/00; F02M25/07; F02M25/08; (IPC1-
7); F02M25/07; F02D21/08; F02D41/02; F02D43/00;
F02M25/08

- **European:** F02B47/08; F02D21/08B; F02D41/00F6; F02D41/14B;
F02D41/18

Application number: JP19990193049 19990707

Priority number(s): DE19981030300 19980707

Also published as:

US6247457 (B1)

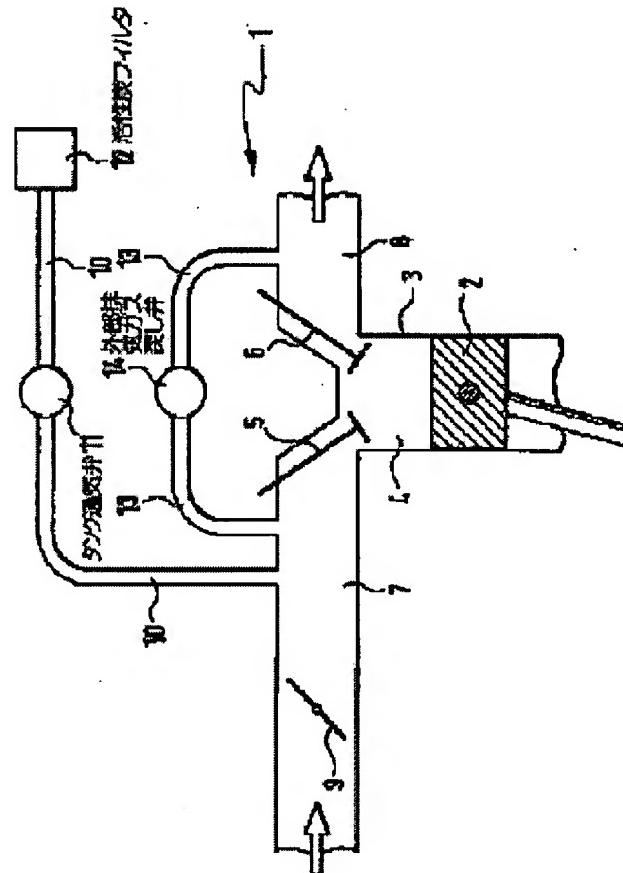
GB2339307 (A)

DE19830300 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000038960

PROBLEM TO BE SOLVED: To supply air to an intake pipe by way of a throttle valve and return exhaust gas to the intake pipe from an exhaust pipe by way of exhaust gas return system by a modeling, and thereby improve the operation method of an internal combustion engine for an automobile in particular. **SOLUTION:** In this internal combustion engine for an automobile in particular, a throttle valve 9 capable of feeding air to an intake pipe 7 and exhaust gas return system 13, 14 capable of returning exhaust gas from an exhaust gas exhausting pipe 8 to the intake pipe 7, are provided. A control device is provided, which places the internal combustion engine under the control of an opening loop and/or a closing loop. Gas mixture in the inside of the intake pipe 7 can be divided into a fresh gaseous constituent (rfgabg), an inactive gaseous constituent (rfigabg) and a flammable gaseous constituent (rfhcabg).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-38960

(P2000-38960A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(21)出願番号 特願平11-193049

(22) 出願日 平成11年7月7日(1999.7.7)

(31) 優先權主張番号 19830300, 9

(32)優先日 平成10年7月7日(1998.7.7)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71)出願人 591245473

ベルト・ポッシュ・ゲゼルシャフト・ミ

ト・ペシュレンクテル・ハフツング

ROBERT BOSCH GMBH

ROBERT DOUGAN GM&H
ドイツ連邦共和国二〇一四一三・シントラ

トトロ連邦共和国 10442 ランドク
ベトナムト 富ニルホーバンニトモニ

少

(72) 発明者 ゲオルグ・マルヒブレイン

ドイツ連邦共和国 70825 ヨルンタル

トトロ連邦共和国 70323 ポルンブル
ミニシティサン・ハイツアーモンバントラード

1-426

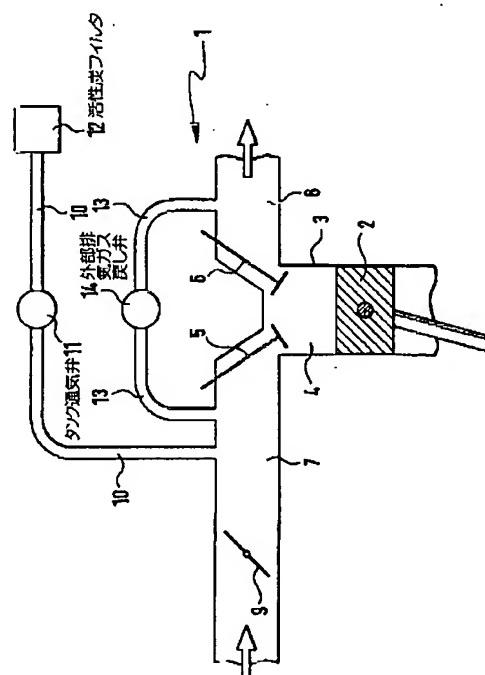
100000005

(54) 【発明の名称】 自動車の内燃機関及びその運転方法

(57)【要約】

【課題】 モデルにより、空気が絞り弁を介して吸気管に供給されかつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しをして吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法を改善する。

【解決手段】 とくに自動車用の内燃機関（1）において、空気を吸気管（7）に供給可能な絞り弁（9）と、排気ガスを排気管（8）から吸気管（7）に戻すことが可能な排気ガス戻し（13, 14）とが設けられている。内燃機関（1）を（開ループおよび／または閉ループ）制御するための制御装置が設けられている。制御装置により、吸気管（7）内のガス混合物を、フレッシュガス成分（r f f g a b g）と、不活性ガス成分（r f i g a b g）と、可燃性ガス成分（r f h c a b g）とに分割することが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気が絞り弁(9)を介して吸気管(7)に供給され、かつ排気ガスが排気管(8)から排気ガス戻しを介して吸気管(7)に戻される、とくに自動車の内燃機関(1)の運転方法において、吸気管(7)内のガス混合物が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)、不活性ガス成分(r f i g a b g)および可燃性ガス成分(r f h c a b g)に分割されることを特徴とする内燃機関の運転方法。

【請求項2】 前記排気ガスが、排気管(8)から外部排気ガス戻し(13, 14)を介して吸気管(7)に戻されること、および外部排気ガス戻し(13, 14)が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに作用するそれぞれの第1のむだ時間(16)により考慮されること、を特徴とする請求項1の運転方法。

【請求項3】 前記排気ガスが、排気管(8)から内部排気ガス戻し(4, 5)を介して吸気管(7)に戻されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに作用するそれぞれの第2のむだ時間(17)により考慮されること、を特徴とする請求項1または2の運転方法。

【請求項4】 外部排気ガス戻し(13, 14)を介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁(14)の制御の関数として決定されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)を介して戻された排気ガスの量が、入口弁(5)の制御の関数として決定されること、の少なくとも一方で決定されることを特徴とする請求項2または3の運転方法。

【請求項5】 再生ガスが、タンク通気(10, 11, 12)から吸気管(7)に供給されること、および前記再生ガスが、フレッシュガス成分(r f f g t e r o)および可燃性ガス成分(r f h c t e r o)に分割されること、を特徴とする請求項1ないし4のいずれかの運転方法。

【請求項6】 前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(r f f g a g r o)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(r f f g t e r o)とが加算されること、および前記外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分(r f h c a g r o)と、前記タンク通気の可燃性ガス成分(r f h c t e r o)とが加算されること、を特徴とする請求項2および5の運転方法。

【請求項7】 タンク通気(10, 11, 12)を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁(11)の制御の関数として決定されることを特徴とする請求項5または6の運転方法。

【請求項8】 絞り弁(9)を介して供給された空気の

フレッシュガス成分(r f f g d k r o)が、前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(r f f g a g r o)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(r f f g t e r o)とに加算されることを特徴とする請求項2ないし7のいずれかの運転方法。

【請求項9】 吸気管(7)が、排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用するそれぞれのむだ時間(18)により、また場合によりフィルタリングにより考慮されることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかの運転方法。

【請求項10】 外部排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、また内部排気ガス戻し(4, 5)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算されることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかの運転方法。

【請求項11】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管(7)内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定されることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかの運転方法。

【請求項12】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管(8)内に配置されているセンサにより決定されることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかの運転方法。

【請求項13】 計算装置とくにマイクロプロセッサ上で実行可能なプログラムが記憶され、かつ請求項1ないし12のいずれかの運転方法の実行に適している、とくに自動車の内燃機関(1)の制御装置のための制御要素とくに固定記憶装置(R O M)。

【請求項14】 空気を吸気管(7)に供給可能な絞り弁(9)と、排気ガスを排気管(8)から吸気管(7)に戻すことが可能な排気ガス戻し(13, 14)と、内燃機関(1)を(開ループおよび/または閉ループ)制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関において、前記制御装置により、吸気管(7)内のガス混合物を、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに分割可能であることを特徴とする、とくに自動車用の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関におい

て、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法に関するものである。本発明は同様に、空気を吸気管に供給可能な絞り弁と、排気ガスを排気管から吸気管に戻すことが可能な排気ガス戻しと、内燃機関を（開ループおよび／または閉ループ）制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関に関するものである。

【0002】

【従来の技術】消費される燃料の低減、および排出される排気ガスないし排気ガス内に含まれる有害物質の低減に関する最新式内燃機関に対する要求は、ますます高くなりつつある。これは、内燃機関の燃焼室の燃焼を改善し、とくにできるだけ完全な燃焼を達成するという目的と同じ意味である。窒素酸化物を低減するために、燃焼室から排出される排気ガスは、吸気管、したがって燃焼室に戻され、さらに改めて燃焼される。これは外部排気ガス戻しにより行うことができ、この外部排気ガス戻しにおいて、排気ガス戻し配管内に制御可能な排気ガス戻し弁が設けられ、この弁により戻すべき排気ガスの量を設定することができる。代替態様または追加態様として、内部排気ガス戻しを設けることが可能であり、この内部排気ガス戻しにおいて、内燃機関の入口弁は、内燃機関の排気行程の間に、少なくとも短時間開かれるように制御される。この時間の間、排気ガスは内燃機関から吸気管に到達することができ、これは排気ガス戻しを示している。

【0003】内燃機関の運転を改善するための他の手段は、内燃機関の燃焼室内で行われる燃焼過程を正確に把握することにあり、これにより、この燃焼過程を、とくに燃焼室への燃料の供給量において考慮することができる。これを達成する方法は、内燃機関、とくに燃焼室の燃焼過程がモデルとして形成されることにある。この場合、モデルは一種の機関モニタと理解される。このように、燃焼室内に存在する条件を、各時点において、モデルから受け取りまたは導くことが可能となる。この関数として、内燃機関の運転変数、たとえば供給される燃料の質量流量を、最適に決定しかつ設定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】モデルにより冒頭記載の内燃機関の運転方法を改善することが本発明の課題である。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明により、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関、及びその運転方法において、吸気管内のガス混合物が、フレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに分割されること

により解決される。

【0006】本発明は、燃焼室に供給されるガス混合物が空気のみから構成されるのではなく、このガス混合物が、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分を有するという知見を基礎にしている。この場合、フレッシュガスとは、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素と理解される。不活性ガスとは、燃焼可能ではないガス、たとえば一酸化炭素または二酸化炭素と理解される。また可燃性ガスとは、たとえば燃料蒸気からなるガスと理解される。

【0007】このように、ガス混合物をこれらの成分に分割することが、吸気管に供給されるガス混合物に対して内燃機関のモデルを決定するときに使用される。吸気管に供給されるガス混合物もまた、フレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに分割される。このとき、この分割の基礎として、内燃機関の燃焼室の燃焼のモデルが形成される。

【0008】吸気管に供給されるガス混合物を、本発明に示すように前述の成分に分割することにより、吸気管内の充填の正確なモデルを決定することが可能である。したがって、モデル形成の精度低下は回避される。同様に、排気ガスの個々の成分を別々に処理することができる。これにより精度もまたさらに上昇される。とくに、たとえば排気ガス内のフレッシュガス成分を、絞り弁を介して供給される空気のフレッシュガス成分と別々に結合することができる。このようにして、供給される空気と戻された排気ガス全体との結合において発生する精度低下が回避される。

【0009】モデルにより、とくに内燃機関の吸気管内のモデル化された充填により、燃焼室での燃焼過程を推定することができる。これは、噴射された燃料および／または絞り弁を介して流入する空気および／または排気ガス戻しの割合を、従来よりも正確に決定することの可能性を開示し、これは、とくに発生される排気ガス、したがって排出される有害物質を低減させることになる。

【0010】本発明の有利な実施態様において、排気ガスが、排気管から外部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、外部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第1のむだ時間により考慮される。本発明の代替態様または追加態様において、排気ガスが、排気管から内部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、また内部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第2のむだ時間により考慮される。この簡単な方法により、燃焼室から排出された排気ガスが、吸気管ないし燃焼室から排気管に到達するために必要な時間を、決定されたモデルに使用可能である。

【0011】本発明の有利な実施態様において、外部排

気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁の制御の関数として決定され、および／または内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、入口弁の制御の関数として決定される。したがって、モデルに対して、外部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を排気ガス戻し弁の制御から計算することが可能である。同様に、入口弁の制御から、内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を推定することが可能である。

【0012】本発明の有利な実施態様において、再生ガスがタンク通気から吸気管に供給され、再生ガスがフレッシュガス成分および可燃性ガス成分に分割される。タンク通気は、それにより空気中に放出される有害物質が少なくなりかつ同時に燃料が節約される他の手段を示している。燃料タンク内で少なくともある状況において蒸発する燃料は、大気中に放出されないで捕集され、かつ吸気管に、したがって燃焼に供給される。本発明により、燃料タンクから発生したこの再生ガスもまた前記の成分に分割される。しかしながら、戻された排気ガスとは異なり、再生ガスは不活性ガス成分を含まず、フレッシュガス成分および可燃性ガス成分のみを含んでいる。

【0013】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、タンク通気のフレッシュガス成分とが加算され、また外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分と、タンク通気の可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、再生ガスの対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼のモデルの精度を高めることになる。

【0014】タンク通気を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁の制御の関数として決定されるときにとくに有利である。有利な実施態様において、絞り弁を介して供給された空気のフレッシュガス成分が、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、場合によりタンク通気のフレッシュガス成分とに加算される。本発明により、戻された排気ガスおよび供給された空気の対応する成分もまた加算される。前記の成分はこのように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0015】本発明の他の有利な実施態様において、吸気管が、排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用する、それぞれのむだ時間により考慮される。このように、吸気管内の通過時間を、決定されたモデルに使用することができる。

【0016】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、

内部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、供給された空気の対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0017】本発明の有利な実施態様において、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定される。代替態様または追加態様として、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管内に配置されているセンサにより決定されることが可能である。このように、吸気管内のガス混合物から内燃機関の燃焼室を介して排気管内の排気ガスへの関係が形成される。

【0018】本発明による方法を、とくに自動車の内燃機関の制御装置のために設けられている制御要素の形態で実行することはとくに重要である。この場合、制御要素はプログラムが記憶され、プログラムが計算装置、とくにマイクロプロセッサ上で実行可能であり、かつ本発明による方法の実行に適している。この場合、本発明は、制御要素に記憶されているプログラムにより実行され、したがって、プログラムを備えたこの制御要素は、プログラムが本方法の実行のために適しているその方法と同様に、本発明を示している。制御要素として、電気式記憶媒体、たとえば固定記憶装置（ROM）を使用してもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】図1に自動車の内燃機関1が示され、内燃機関1において、ピストン2がシリンダ3内で往復運動可能である。シリンダ3に燃焼室4が設けられ、燃焼室4は、とくにピストン2、入口弁5および出口弁6により包囲されている。入口弁5には吸気管7が結合され、出口弁6には排気管8が結合されている。同様に、燃焼室4には、噴射弁と、場合により、点火プラグが付属されている。

【0020】吸気管7内には回転可能な絞り弁9が設けられ、絞り弁9を介して吸気管7に空気を供給可能である。空気供給量は、絞り弁9の角度位置の関数である。絞り弁9と燃焼室4との間で、吸気管7にタンク通気配管10が流入している。タンク通気配管10は、タンク通気弁11を介して活性炭フィルタ12と結合されている。タンク通気配管10を介して、自動車の燃料タンク内で蒸発されかつ活性炭フィルタ12内でフィルタリングされた再生ガスを、吸気管7に供給可能である。再生ガス供給量は、タンク通気弁11の位置の関数である。

【0021】排気管8から排気ガス戻し配管13が吸気管7に戻され、この場合、排気ガス戻し配管13は絞り

弁9と燃焼室4との間で吸気管7に流入している。排気ガス戻し配管13を介して、排気ガスを排気管8から吸気管7に戻すことが可能である。排気ガス戻し配管13内に排気ガス戻し弁14が設けられ、排気ガス戻し量は、排気ガス戻し弁14の位置の関数である。

【0022】次に、図2により、吸気管7に流入しかつそれから流出する粒子の数を、モデルにより決定可能な方法を説明する。この数は、図3に示すモデルの説明においてさらに使用される。

【0023】図2に使用されている符号は付録1に説明されている。図2に関連の式は付録2に記載されている。内燃機関1における吸気行程の間に、シリング3内のピストンの1行程において、吸気管7から粒子数 N_{zy1neu} が取り出される。これは、粒子数 N_{zy1ges} から粒子数 N_{zy1irg} を減算することにより与えられる。

【0024】粒子数 N_{zy1ges} は、燃焼室4の最大存在容積に基づいて、ピストン2が吸気管7から吸い込むことが可能な粒子数を表わしている。燃焼室4の最大存在容積は、ピストン2の行程容積 V_{hub} と、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} との関数である。粒子数 N_{zy1ges} は一般式により計算することができ、この場合、入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bres} および吸気管7内の圧力 p_{saug} が考慮される。

【0025】粒子数 N_{zy1irg} は、燃焼室4内の無効容積として残っている粒子数を表わし、この粒子数は、前記のように最後の燃焼からシリング3の燃焼室4内にお残っているので、ピストン2により吸気管7から吸い込まれない。粒子数 N_{zy1irg} は、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} の関数である。粒子数 N_{zy1irg} は一般的な気体公式により計算され、この場合、出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bra} sおよび排気管8内の圧力 p_{abg} が考慮される。

【0026】吸気管7から取り出された粒子数 N_{zy1neu} は、その後、粒子数 N_{abges} 、すなわち単位時間当たりの粒子数に変換される。このために、粒子数 N_{zy1neu} は、内燃機関1の回転速度 n_{mot} と乗算される。内燃機関1として4サイクル機関が使用され、かつ4サイクル機関は2回転ごとに1吸気行程を有するので、乗算定数 K が使用される。同時に、定数 K により、分から秒への換算が行われる。

【0027】粒子流れ N_{abges} は、吸気管7から流出しかつ燃焼室4に流入する合計相対充填量 r_{fges} に変換することができる。吸気管7から燃焼室4内への粒子の流出は、同時に吸気管7内への流入を形成する。この場合、粒子流れ N_{zuges} がそれに相当する。

【0028】粒子流れ N_{zuges} は、吸気管7内に流入する合計相対充填量 r_{fgesro} に変換することができる。粒子流れ N_{zuges} は、粒子流れ N_{zud}

k_{zutev} および N_{zudk} からなっている。粒子流れ N_{zudk} は、空気からなり、絞り弁9を介して吸気管7に流入する。粒子流れ N_{zutev} は、再生ガスからなり、タンク通氣配管10を介して吸気管7に流入する。粒子流れ N_{zagr} は、排気ガスからなり、排気ガス戻し配管13を介して吸気管7に流入する。

【0029】吸気管7から流出する粒子流れ N_{abges} は、吸気管7に流入する粒子流れ N_{zuges} から減算される。この結果が積分器15に供給され、積分器15は、吸気管7の貯蔵特性をモデル化している。積分器15に供給された粒子流れ、すなわち単位時間当たりに供給された粒子数から、積分器15は粒子数 $N_{saugges}$ を形成する。この粒子数 $N_{saugges}$ は、それぞれの時点において吸気管7内に存在する粒子数を示す。

【0030】一般気体公式を用いて、粒子数 $N_{saugges}$ から、吸気管7内の圧力 p_{saug} を決定することができる。このために、吸気管7の容積 V_{saug} および吸気管7内のガス温度 t_{saug} が考慮される。吸気管7内の圧力 p_{saug} から粒子数 N_{zy1ges} を決定し、かつ粒子数 N_{zy1ges} から粒子数 N_{zy1neu} を決定することができ、図2の冒頭の説明は、粒子数 N_{zy1neu} から出発している。

【0031】図3に、図2のモデルが、とくに内燃機関1における燃焼室内的燃料／空気混合物の燃焼を考慮して示されている。図3において使用されている符号は付録3に説明されている。図3に関連の式が付録4に記載されている。

【0032】内燃機関1の各排気行程において、燃焼室4から排気管8に排気ガス r_{fabges} が排出される。この排気ガス r_{fabges} は、フレッシュガス成分 r_{ffgabg} と、不活性ガス成分 r_{figabg} と、可燃性ガス成分 r_{fhcabg} とからなっている。フレッシュガス成分 r_{ffgabg} は、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素を表わしている。不活性ガス成分 r_{figabg} は、不燃性ガスたとえば一酸化炭素または二酸化炭素を表わしている。たとえば燃料蒸気からなるガスは、可燃性ガス成分 r_{fhcabg} と理解される。

【0033】フレッシュガス成分 r_{ffgabg} と、不活性ガス成分 r_{figabg} と、可燃性ガス成分 r_{fhcabg} とは相対充填量を表わし、この相対充填量は、排出される合計排気ガス r_{fabges} で除算することにより、関連の濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} に変換される。これが変換ブロック19に示されている。

【0034】濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} は、それぞれむだ時間要素16に供給され、むだ時間要素16により、排気ガスを排気管8から排気

ガス戻し配管13を介して吸気管7に戻すために必要な時間がモデル化される。むだ時間要素16により、排気ガス戻し配管13および排気ガス戻し弁14を介して行われる排気ガス戻しもまた考慮される。これは外部排気ガス戻しを示す。

【0035】排気ガス戻し弁14の位置の関数として、排気ガス配管13を介して戻される排気ガス r_{fagro} を決定することができる。時間遅延された濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} を、戻された排気ガス r_{fagro} と乗算することにより、再び関連の相対充填量が得られる。これが乗算ブロック20に示され、乗算ブロック20により、外部排気ガス戻しを介して戻された成分 $r_{ffgagro}$ 、 $r_{figagro}$ 、 $r_{fhcagro}$ が決定される。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 $r_{ffgagro}$ 、不活性ガス成分 $r_{figagro}$ および可燃性ガス成分 $r_{fhcagro}$ を表わしている。

【0036】濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} は、同様にそれぞれむだ時間要素17に供給され、むだ時間要素17により、同じシリンドラ3の相前後する2つの燃焼の間の時間がモデル化される。

【0037】図2に関して説明したように、各燃焼において、内燃機関1の燃焼室4内に排気ガスを含む無効容積が残っている。この無効容積は、次の燃焼において再び考慮されなければならない。これは、むだ時間要素17を介しての戻しにより達成され、かつ内部排気ガス戻しとして表わされる。

【0038】残っている無効容積に加えて、燃焼室4から吸気管7への排気ガスのこのような戻しは、内燃機関1の排気行程の間に入口弁5が少なくともある時間開かれることにより、さらに増大させることができる。この時間の間、排気ガスは直接燃焼室4から吸気管7に戻される。この排気ガス戻しは、いわゆる拡大内部排気ガス戻しを表わし、この内部排気ガス戻しは、同様に次の燃焼において考慮されなければならない。これは、同様にむだ時間要素17により達成される。

【0039】内燃機関1の燃焼室4における無効容積の関数として、また、場合により、入口弁5の制御の関数として、直接戻される排気ガスの量 r_{figrg} を決定することができる。この値を用いて、次に乗算ブロック21により、時間遅延濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} から、内部排気ガス戻しを介して戻される成分 r_{ffgirg} 、 r_{figirg} 、 r_{fhcirg} を決定することができる。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 r_{ffgirg} 、不活性ガス成分 r_{figirg} および可燃性ガス成分 r_{fhcirg} を表わしている。

【0040】タンク通気配管10を介して吸気管7に供給される再生ガス r_{ftero} は、フレッシュガス成分 $r_{ffgtero}$ および可燃性ガス成分 $r_{fhctero}$

からなっている。再生ガスの合計量 r_{ftero} は、タンク通気弁11の位置を介して決定することができる。再生ガス r_{ftero} の濃度の関数として、次にフレッシュガス成分のパーセント割合 $r_{ffgtero}$ および可燃性ガス成分のパーセント割合 $r_{fhctero}$ を推定することができる。

【0041】とくに存在する空気圧の関数として、吸気管7に絞り弁9を介して供給される空気は、所定のフレッシュガス成分 r_{ffgdkr} を有している。この最後のフレッシュガス成分 r_{ffgdkr} 、再生ガスのフレッシュガス成分 $r_{ffgtero}$ および外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分 $r_{ffgagro}$ が加算される。この結果は除算ブロック22に供給される。

【0042】外部排気ガス戻しの不活性ガス成分 $r_{figagro}$ は、同様に除算ブロック22に供給される。再生ガスの可燃性ガス成分 $r_{fhctero}$ および外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分 $r_{fhcagro}$ は、加算され、かつ次に除算ブロック22に供給される。

【0043】図2に関して説明したように、粒子流れ N_{zuges} から、吸気管7内に流入する合計相対充填量 r_{fgesro} を決定することができる。一部加算により決定された相対充填量は、除算ブロック22に供給されて、この合計相対充填量 r_{fgesro} で除算することにより、濃度に変換される。

【0044】求められた濃度は、むだ時間要素18により時間遅延される。これにより、ガス混合物の吸気管7への搬送がモデル化される。むだ時間要素18にさらに低域フィルタを設けてもよく、この低域フィルタにより、ガス混合物が内燃機関1の吸気管7内を通過する間の混合をモデル化することができる。この場合、むだ時間要素18は、内燃機関1の吸気管7内のガス混合物を構成するフレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに関係している。

【0045】図2に関して説明したように、粒子流れ N_{abges} から、吸気管7から流出する合計相対充填量 r_{fges} を決定することができる。乗算ブロック23においてこの合計相対充填量 r_{fges} と乗算することにより、むだ時間要素18により時間遅延された濃度を、再び相対充填量に換算することができ、しかもフレッシュガスに対する相対充填量 r_{ffg} 、不活性ガスに対する相対充填量 r_{fig} および可燃性ガスに対する相対充填量 r_{fhc} に換算することができる。

【0046】排気ガス戻し配管13を介して行われる外部排気ガス戻しは、図1に示すように、吸気管7と結合されている。この理由から、外部排気ガス戻しに関連の成分は、吸気管7をモデル化したむだ時間要素18の手前で結合されている。これとは異なり、内部排気ガス戻しは、燃焼室4内で直接行われるか、または、場合により、追加的に燃焼室4から吸気管7へ行われる。この理由から、内部排気ガス戻し弁に関連の成分は、吸気管7

をモデル化したむだ時間要素18の後側で結合されている。

【0047】フレッシュガス成分 $r f f g$ および内部排気ガス戻しのフレッシュガス成分 $r f f g i r g$ が加算される。求められたフレッシュガス成分 $r f f g u v g$ は、燃焼室4に供給されるフレッシュガスを示す。不活性ガス成分 $r f i g$ および内部排気ガス戻しの不活性ガス成分 $r f i g i r g$ が加算される。求められた不活性ガス成分 $r f f g u v g$ は、燃焼室4に供給される不活性ガスを示す。可燃性ガス成分 $r f h c$ および内部排気ガス戻しの可燃性ガス成分 $r f h c i r g$ が加算される。求められた可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ は、燃焼室4に供給される可燃性ガスを示す。

【0048】燃焼室4に相対燃料質量流量 $r k$ が噴射される。この燃料質量流量 $r k$ ならびにフレッシュガス成分 $r f f g u v g$ 、不活性ガス成分 $r f i g u v g$ および可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ は、燃焼室4内で点火

$$r f f g a b g = r f f g u v g - <r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30>$$

【0052】ここで、最大 $= r f f g u v g$ 。 η_{v_b} は、燃焼室4に供給された可燃性ガスの相対充填量 $r f h c u v g$ のうちで実際に燃焼室4内で燃焼される割合を示す。この割合は、とくに燃焼室4内への相対燃料質量流量 $r k$ の直接噴射およびそれから得られる成層供給において、均質供給として燃焼室4に供給された合計可燃性ガス $r f h c u v g$ が場合により点火フレームにより捕えられず、したがって燃焼されないことから得られる。

【0053】係数30はフレッシュガスと可燃性ガスと

$$r f i g a b g \sim r f i g u v g + <r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30>$$

【0056】ここで最大 $= r f f g u v g$ 。この場合、括弧表現 $<>$ 内の値が、燃焼室4に供給された不活性ガス $r f i g u v g$ に加算される。その理由は、燃焼において、供給された燃料質量流量 $r k$ および供給された可燃性ガスは、変換されて排気ガスを形成し、したが

$$\begin{aligned} r f h c a b g &= r f h c u v g * (1 - \eta_{v_b}) \\ &+ <(r k + \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30) - (r f f g u v g / 30)> \end{aligned}$$

【0059】ここで最小 $= 0$ 。可燃性ガス $r f h c a b g$ は、一方で、実際に燃焼室内で燃焼された割合だけ低減されている。他方で、括弧表現 $<>$ 内の値により補正が行われ、この補正是とくにリッチな混合物において必要である。

【0060】要約すると、このように燃焼式を用いて、排気管8内に含まれているフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f h c a b g$ 、および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ が決定される。

【0061】代替態様または追加態様として、排気管8内に含まれているフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ 、および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ は、排気管8内に配置されているセンサ

プラグにより点火され、かつ燃焼される。この燃焼から、このとき同様にフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ を有する排気ガスが求められ、図3の冒頭の説明はこれらの成分から出発している。

【0049】フレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ からなる排気管8内の排気ガスは、以下の燃焼式により、吸気管7を介して燃焼室4に供給されたガス混合物から決定することができ、この場合、このガス混合物は、フレッシュガス成分 $r f f g u v g$ 、不活性ガス成分 $r f i g u v g$ および可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ からなっている。

【0050】フレッシュガスに対しては次式が成立する。

【0051】

【数1】

の量論比から得られ、この場合、ブタンに関しては、質量比1:1.5および密度比1:2である。括弧表現 $<>$ 内の値が、燃焼室4に供給されたフレッシュガス $r f f g u v g$ から減算される。その理由は、燃焼において、供給された燃料質量流量 $r k$ および供給された可燃性ガスが変換され、したがって供給されたフレッシュガスが「消費」されるからである。

【0054】不活性ガスに対しては次式が成立する。

【0055】

【数2】

【0056】ここでさらに多量の不活性ガスが発生するからである。

【0057】可燃性ガスに対しては次式が成立する。

【0058】

【数3】

により決定することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内燃機関の一実施態様の概略図である。

【図2】図1の内燃機関の吸気管に流入しあつそれから流出する粒子の数を決定するためのモデルの概略ブロック回路図である。

【図3】粒子流れを、フレッシュガス、不活性ガス、および可燃性ガスに分割するための、図2の本発明によるモデルの他の概略ブロック回路図である。

【符号の説明】

1 内燃機関

2 ピストン

- 3 シリンダ
 4 燃焼室
 5 入口弁
 6 出口弁
 7 吸気管
 8 排気管
 9 絞り弁
 10 タンク通気配管
 11 タンク通気弁
 12 活性炭フィルタ
 13 外部排気ガス戻し配管
 14 外部排気ガス戻し弁
 15 積分器
 16, 17, 18 むだ時間要素
 19 濃度への変換ブロック
 20, 21, 23 乗算ブロック
 22 除算ブロック

付録1

$N_{zylineu}$ シリンダ3の1行程において吸気管7から取り出される粒子数、単位： kmol
 N_{zylirg} 最後の燃焼からシリンダ3内になお残っている粒子数、単位： kmol
 N_{zylges} 1行程においてシリンダ3により吸込み可能な合計粒子数、単位： kmol
 V_{tot} シリンダ3の無効容積、単位： m^3
 V_{hub} シリンダ3の行程容積、単位： m^3
 p_{saug} 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の圧力、単位： N/m^2
 t_{saug} 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の温度、単位： K
 V_{saug} 吸気管7の容積、単位： m^3
 $N_{saugges}$ 吸気管7内に含まれている粒子数、単位： kmol
 N_{zuges} 吸気管7に単位時間当たり流入する粒子数、単位： kmol/s
 N_{abges} 吸気管7から単位時間当たり吸い込まれる粒子数、単位： kmol/s N_{zutev} タンク通気弁11を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位： kmol/s
 N_{zudk} 絞り弁9を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位： kmol/s
 N_{zuagr} 排気ガス戻し弁14を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位： kmol/s
 n_{mot} 内燃機関1の回転速度、単位： rpm
 r_{fges} 吸気管7からの合計相対充填量、単位： $\%$
 r_{fgesro} 吸気管7内への合計相対充填量、単位： $\%$
 t_{bres} 入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度、単位： K
 t_{bras} 出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の

温度、単位： K
 p_{abg} 排気管8内の圧力、単位： N/m^3
 T 時間、単位：秒
 R ガス定数： $8314 \text{ Nm}/\text{kmol} * \text{K}$
 K 定数： 120 秒/分
 付録2
 $N_{zylineu} = N_{zylges} - N_{zylirg}$
 $N_{zylges} = (p_{saug} * (V_{tot} + V_{hub})) / (R * t_{bres})$
 $N_{zylirg} = (p_{abg} * V_{tot}) / (R * t_{bras})$
 $N_{abges} = (N_{zylineu} * n_{mot}) / K$
 $N_{saugges} = (N_{zuges} - N_{abges}) * T$
 $p_{saug} = (N_{saugges} * t_{saug} * R) / V_{saug}$
 $N_{zuges} = N_{zutev} + N_{zudk} + N_{zuagr}$
 付録3
 r_{ftero} 合計相対充填量、タンク通気から吸気管へ
 $r_{ffgtero}$ 相対充填量、フレッシュガス、タンク通気から吸気管へ
 $r_{fhctero}$ 相対充填量、可燃性ガス、タンク通気から吸気管へ
 $r_{ffgdckro}$ 相対充填量、フレッシュガス、絞り弁から吸気管へ
 r_{fagro} 合計相対充填量、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 $r_{ffgagro}$ 相対充填量、フレッシュガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 $r_{figagro}$ 相対充填量、不活性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 $r_{fhcagro}$ 相対充填量、可燃性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 $r_{fabgges}$ 合計相対充填量、排気ガス
 r_{ffgabg} 相対充填量、排気ガス内のフレッシュガス
 r_{figabg} 相対充填量、排気ガス内の不活性ガス
 r_{fhcabg} 相対充填量、排気ガス内の可燃性ガス
 k_{fgabg} 排気ガス内のフレッシュガス濃度
 k_{igabg} 排気ガス内の不活性ガス濃度
 k_{hcabg} 排気ガス内の可燃性ガス濃度
 r_{fffg} 相対充填量、フレッシュガス
 r_{fig} 相対充填量、不活性ガス
 r_{fhc} 相対充填量、可燃性ガス
 r_{ffgirg} 相対充填量、フレッシュガス、内部排気ガス戻しから
 r_{figirg} 相対充填量、不活性ガス、内部排気ガス戻しから

r f h c i r g 相対充填量、可燃性ガス、内部排気ガス戻しから

r f i r g 合計相対充填量、内部排気ガス戻しから
 r f f g u v g 相対充填量、フレッシュガス、燃焼
 ^

r f i g u v g 相対充填量、不活性ガス、燃焼室へ
r f h c u v g 燃焼室への相対充填量、可燃性ガス
燃焼室へ

r.k 相对燃料质量流量

付録4

行錄4
r f gesro = r f f g t e r o + r f f g d k r o
+ r f f g a g r o + r f i g a g r o + r f h c t e
r o + r f h c a g r o

$$r f g e s = r f f g + r f i g + r f h c$$

rf_{ter}o=rffg_{ter}o+rfhctero
rffguvg=rffg+rffgirg

$$r f f g u v g = r f i g + r f i g i r g$$

r f h c u v g = r f h c + r f h c i r g

$r \text{ f i r g} = r \text{ f f g i r g} + r \text{ f i g i r}$

c i r g

$r f a b g g e s = r f f f g a b g + r f i g a b g +$

r f h c a b g

k f g a b g = r f f g a b g / r f a b g g e s

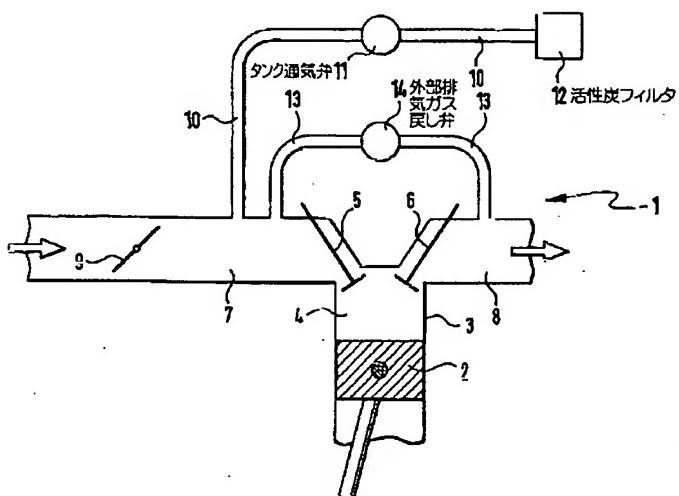
k i g a b g = r f i g a b g / r f a b g g e s

khcabg=r fhc abg/r fab gges

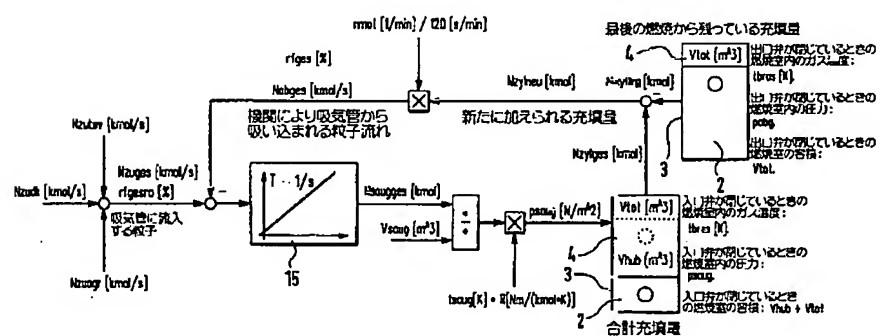
$r^{\text{fagro}} = r^{\text{ffgagro}} + r^{\text{figagro}} + \dots$

rfhcagro

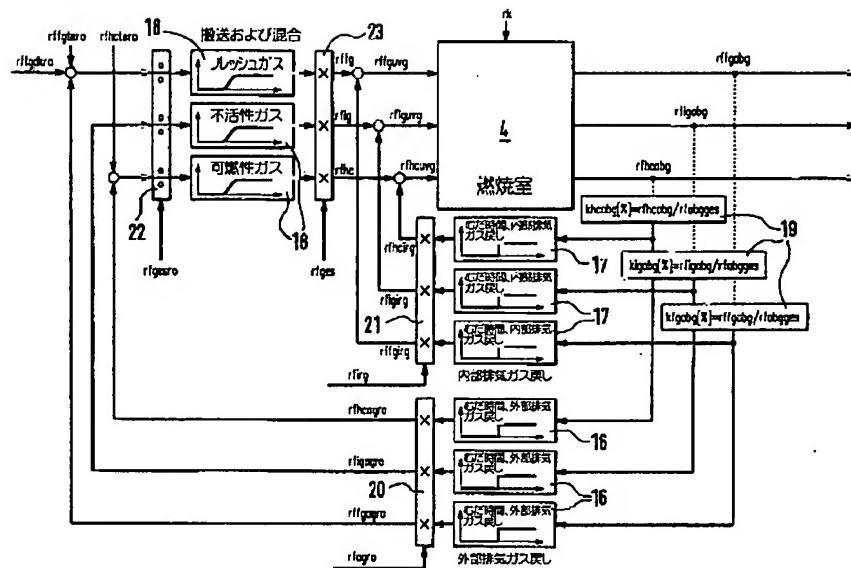
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 E 3 0 1 N
F 0 2 M 25/08	3 0 1	F 0 2 M 25/08	3 0 1 H 3 0 1 U

```
*****  
*****
```

```
##### ####  
# # # # #  
# # # ##### # # # # ##### #####  
# # # # # # # # # # # # # #  
# # # # # # # # # # # # # #  
# # # # # # # # # # # # # #  
### ### # # # # ##### # # ##### #####
```

```
##### ####  
# # # # #  
# # # ##### # # # # ##### #####  
# # # # # # # # # # # # # #  
# # # # # # # # # # # # # #  
# # # # # # # # # # # # # #  
### ### # # # # ##### # # ##### #####
```

```
*****  
*****
```

Print Job Information:

Date: 4/25/2007

Time: 12:48:42 PM

Job Number: 181

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-38960

(P2000-38960A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 02 M 25/07	550	F 02 M 25/07	550 E
			550 M
F 02 D 21/08	301	F 02 D 21/08	301 Z
41/02	301	41/02	301 E
			301 J

審査請求 有 請求項の数14 OL (全10頁) 最終頁に続く

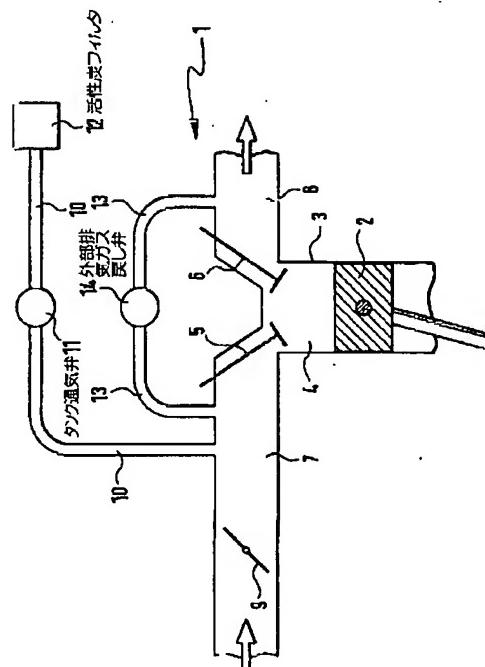
(21)出願番号	特願平11-193049	(71)出願人	591243473 ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミ ト・ベシュレンクテル・ハフツング ROBERT BOSCH GMBH ドイツ連邦共和国デ--70442 シュトゥ ットガルト, ヴェルナー・シュトラーセ 1
(22)出願日	平成11年7月7日(1999.7.7)	(72)発明者	ゲオルグ・マルレブレイン ドイツ連邦共和国 70825 コルンタール ミュンヒンゲン, ノイハルデンシュトラ セ 49/1
(31)優先権主張番号	19830300.9	(74)代理人	100089705 弁理士 社本 一夫 (外4名)
(32)優先日	平成10年7月7日(1998.7.7)		
(33)優先権主張国	ドイツ (DE)		

(54)【発明の名称】 自動車の内燃機関及びその運転方法

(57)【要約】

【課題】 モデルにより、空気が絞り弁を介して吸気管に供給されかつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法を改善する。

【解決手段】 とくに自動車用の内燃機関(1)において、空気を吸気管(7)に供給可能な絞り弁(9)と、排気ガスを排気管(8)から吸気管(7)に戻すことが可能な排気ガス戻し(13, 14)とが設けられている。内燃機関(1)を(開ループおよび/または閉ループ)制御するための制御装置が設けられている。制御装置により、吸気管(7)内のガス混合物を、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに分割することが可能である。



【特許請求の範囲】

- 【請求項1】 空気が絞り弁(9)を介して吸気管(7)に供給され、かつ排気ガスが排気管(8)から排気ガス戻しを介して吸気管(7)に戻される、とくに自動車の内燃機関(1)の運転方法において、吸気管(7)内のガス混合物が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)、不活性ガス成分(r f i g a b g)および可燃性ガス成分(r f h c a b g)に分割されることを特徴とする内燃機関の運転方法。
- 【請求項2】 前記排気ガスが、排気管(8)から外部排気ガス戻し(13, 14)を介して吸気管(7)に戻されること、および外部排気ガス戻し(13, 14)が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに作用するそれぞれの第1のむだ時間(16)により考慮されること、を特徴とする請求項1の運転方法。
- 【請求項3】 前記排気ガスが、排気管(8)から内部排気ガス戻し(4, 5)を介して吸気管(7)に戻されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)が、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに作用するそれぞれの第2のむだ時間(17)により考慮されること、を特徴とする請求項1または2の運転方法。
- 【請求項4】 外部排気ガス戻し(13, 14)を介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁(14)の制御の関数として決定されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)を介して戻された排気ガスの量が、入口弁(5)の制御の関数として決定されること、の少なくとも一方で決定されることを特徴とする請求項2または3の運転方法。
- 【請求項5】 再生ガスが、タンク通気(10, 11, 12)から吸気管(7)に供給されること、および前記再生ガスが、フレッシュガス成分(r f f g t e r o)および可燃性ガス成分(r f h c t e r o)に分割されること、を特徴とする請求項1ないし4のいずれかの運転方法。
- 【請求項6】 前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(r f f g a g r o)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(r f f g t e r o)とが加算されること、および前記外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分(r f h c a g r o)と、前記タンク通気の可燃性ガス成分(r f h c t e r o)とが加算されること、を特徴とする請求項2および5の運転方法。
- 【請求項7】 タンク通気(10, 11, 12)を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁(11)の制御の関数として決定されることを特徴とする請求項5または6の運転方法。
- 【請求項8】 絞り弁(9)を介して供給された空気の

フレッシュガス成分(r f f g d k r o)が、前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(r f f g a g r o)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(r f f g t e r o)とに加算されることを特徴とする請求項2ないし7のいずれかの運転方法。

【請求項9】 吸気管(7)が、排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用するそれぞれのむだ時間(18)により、また場合によりフィルタリングにより考慮されることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかの運転方法。

【請求項10】 外部排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、また内部排気ガス戻し(4, 5)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算されることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかの運転方法。

【請求項11】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管(7)内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定されることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかの運転方法。

【請求項12】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管(8)内に配置されているセンサにより決定されることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかの運転方法。

【請求項13】 計算装置とくにマイクロプロセッサ上で実行可能なプログラムが記憶され、かつ請求項1ないし12のいずれかの運転方法の実行に適している、とくに自動車の内燃機関(1)の制御装置のための制御要素とくに固定記憶装置(R O M)。

【請求項14】 空気を吸気管(7)に供給可能な絞り弁(9)と、排気ガスを排気管(8)から吸気管(7)に戻すことが可能な排気ガス戻し(13, 14)と、内燃機関(1)を(開ループおよび/または閉ループ)制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関において、前記制御装置により、吸気管(7)内のガス混合物を、フレッシュガス成分(r f f g a b g)と、不活性ガス成分(r f i g a b g)と、可燃性ガス成分(r f h c a b g)とに分割可能であることを特徴とする、とくに自動車用の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関におい

て、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法に関するものである。本発明は同様に、空気を吸気管に供給可能な絞り弁と、排気ガスを排気管から吸気管に戻すことが可能な排気ガス戻しと、内燃機関を（開ループおよび／または閉ループ）制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関に関するものである。

【0002】

【従来の技術】消費される燃料の低減、および排出される排気ガスないし排気ガス内に含まれる有害物質の低減に関する最新式内燃機関に対する要求は、ますます高くなりつつある。これは、内燃機関の燃焼室の燃焼を改善し、とくにできるだけ完全な燃焼を達成するという目的と同じ意味である。窒素酸化物を低減するために、燃焼室から排出される排気ガスは、吸気管、したがって燃焼室に戻され、さらに改めて燃焼される。これは外部排気ガス戻しにより行うことができ、この外部排気ガス戻しにおいて、排気ガス戻し配管内に制御可能な排気ガス戻し弁が設けられ、この弁により戻すべき排気ガスの量を設定することができる。代替態様または追加態様として、内部排気ガス戻しを設けることが可能であり、この内部排気ガス戻しにおいて、内燃機関の入口弁は、内燃機関の排気行程の間に、少なくとも短時間開かれるように制御される。この時間の間、排気ガスは内燃機関から吸気管に到達することができ、これは排気ガス戻しを示している。

【0003】内燃機関の運転を改善するための他の手段は、内燃機関の燃焼室内で行われる燃焼過程を正確に把握することにあり、これにより、この燃焼過程を、とくに燃焼室への燃料の供給量において考慮することができる。これを達成する方法は、内燃機関、とくに燃焼室の燃焼過程がモデルとして形成されることにある。この場合、モデルは一種の機関モニタと理解される。このように、燃焼室内に存在する条件を、各時点において、モデルから受け取りまたは導くことが可能となる。この関数として、内燃機関の運転変数、たとえば供給される燃料の質量流量を、最適に決定しかつ設定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】モデルにより冒頭記載の内燃機関の運転方法を改善することが本発明の課題である。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明により、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関、及びその運転方法において、吸気管内のガス混合物が、フレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに分割されること

により解決される。

【0006】本発明は、燃焼室に供給されるガス混合物が空気のみから構成されるのではなく、このガス混合物が、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分を有するという知見を基礎にしている。この場合、フレッシュガスとは、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素と理解される。不活性ガスとは、燃焼可能ではないガス、たとえば一酸化炭素または二酸化炭素と理解される。また可燃性ガスとは、たとえば燃料蒸気からなるガスと理解される。

【0007】このように、ガス混合物をこれらの成分に分割することが、吸気管に供給されるガス混合物に対して内燃機関のモデルを決定するときに使用される。吸気管に供給されるガス混合物もまた、フレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに分割される。このとき、この分割の基礎として、内燃機関の燃焼室の燃焼のモデルが形成される。

【0008】吸気管に供給されるガス混合物を、本発明に示すように前述の成分に分割することにより、吸気管内の充填の正確なモデルを決定することができる。したがって、モデル形成の精度低下は回避される。同様に、排気ガスの個々の成分を別々に処理することができる。これにより精度もまたさらに上昇される。とくに、たとえば排気ガス内のフレッシュガス成分を、絞り弁を介して供給される空気のフレッシュガス成分と別々に結合することができる。このようにして、供給される空気と戻された排気ガス全体との結合において発生する精度低下が回避される。

【0009】モデルにより、とくに内燃機関の吸気管内のモデル化された充填により、燃焼室での燃焼過程を推定することができる。これは、噴射された燃料および／または絞り弁を介して流入する空気および／または排気ガス戻しの割合を、従来よりも正確に決定することの可能性を開示し、これは、とくに発生される排気ガス、したがって排出される有害物質を低減させることになる。

【0010】本発明の有利な実施態様において、排気ガスが、排気管から外部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、外部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第1のむだ時間により考慮される。本発明の代替態様または追加態様において、排気ガスが、排気管から内部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、また内部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第2のむだ時間により考慮される。この簡単な方法により、燃焼室から排出された排気ガスが、吸気管ないし燃焼室から排気管に到達するために必要な時間を、決定されたモデルに使用可能である。

【0011】本発明の有利な実施態様において、外部排

気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁の制御の関数として決定され、および／または内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、入口弁の制御の関数として決定される。したがって、モデルに対して、外部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を排気ガス戻し弁の制御から計算することが可能である。同様に、入口弁の制御から、内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を推定することが可能である。

【0012】本発明の有利な実施態様において、再生ガスがタンク通気から吸気管に供給され、再生ガスがフレッシュガス成分および可燃性ガス成分に分割される。タンク通気は、それにより空気中に放出される有害物質が少なくなりかつ同時に燃料が節約される他の手段を示している。燃料タンク内で少なくともある状況において蒸発する燃料は、大気中に放出されないで捕集され、かつ吸気管に、したがって燃焼に供給される。本発明により、燃料タンクから発生したこの再生ガスもまた前記の成分に分割される。しかしながら、戻された排気ガスとは異なり、再生ガスは不活性ガス成分を含まず、フレッシュガス成分および可燃性ガス成分のみを含んでいる。

【0013】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、タンク通気のフレッシュガス成分とが加算され、また外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分と、タンク通気の可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、再生ガスの対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼のモデルの精度を高めることになる。

【0014】タンク通気を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁の制御の関数として決定されるときにとくに有利である。有利な実施態様において、絞り弁を介して供給された空気のフレッシュガス成分が、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、場合によりタンク通気のフレッシュガス成分とに加算される。本発明により、戻された排気ガスおよび供給された空気の対応する成分もまた加算される。前記の成分はこのように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0015】本発明の他の有利な実施態様において、吸気管が、排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用する、それぞれのむだ時間により考慮される。このように、吸気管内の通過時間を、決定されたモデルに使用することができる。

【0016】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、

内部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、供給された空気の対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0017】本発明の有利な実施態様において、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定される。代替態様または追加態様として、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管内に配置されているセンサにより決定されることが可能である。このように、吸気管内のガス混合物から内燃機関の燃焼室を介して排気管内の排気ガスへの関係が形成される。

【0018】本発明による方法を、とくに自動車の内燃機関の制御装置のために設けられている制御要素の形態で実行することはとくに重要である。この場合、制御要素にプログラムが記憶され、プログラムが計算装置、とくにマイクロプロセッサ上で実行可能であり、かつ本発明による方法の実行に適している。この場合、本発明は、制御要素に記憶されているプログラムにより実行され、したがって、プログラムを備えたこの制御要素は、プログラムが本方法の実行のために適しているその方法と同様に、本発明を示している。制御要素として、電気式記憶媒体、たとえば固定記憶装置（ROM）を使用してもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】図1に自動車の内燃機関1が示され、内燃機関1において、ピストン2がシリンダ3内で往復運動可能である。シリンダ3に燃焼室4が設けられ、燃焼室4は、とくにピストン2、入口弁5および出口弁6により包囲されている。入口弁5には吸気管7が結合され、出口弁6には排気管8が結合されている。同様に、燃焼室4には、噴射弁と、場合により、点火プラグが付属されている。

【0020】吸気管7内には回転可能な絞り弁9が設けられ、絞り弁9を介して吸気管7に空気を供給可能である。空気供給量は、絞り弁9の角度位置の関数である。絞り弁9と燃焼室4との間で、吸気管7にタンク通気配管10が流入している。タンク通気配管10は、タンク通気弁11を介して活性炭フィルタ12と結合されている。タンク通気配管10を介して、自動車の燃料タンク内で蒸発されかつ活性炭フィルタ12内でフィルタリングされた再生ガスを、吸気管7に供給可能である。再生ガス供給量は、タンク通気弁11の位置の関数である。

【0021】排気管8から排気ガス戻し配管13が吸気管7に戻され、この場合、排気ガス戻し配管13は絞り

弁9と燃焼室4との間で吸気管7に流入している。排気ガス戻し配管13を介して、排気ガスを排気管8から吸気管7に戻すことが可能である。排気ガス戻し配管13内に排気ガス戻し弁14が設けられ、排気ガス戻し量は、排気ガス戻し弁14の位置の閥数である。

【0022】次に、図2により、吸気管7に流入しかつそれから流出する粒子の数を、モデルにより決定可能な方法を説明する。この数は、図3に示すモデルの説明においてさらに使用される。

【0023】図2に使用されている符号は付録1に説明されている。図2に関連の式は付録2に記載されている。内燃機関1における吸気行程の間に、シリング3内のピストンの1行程において、吸気管7から粒子数 N_{zy1neu} が取り出される。これは、粒子数 N_{zy1ges} から粒子数 N_{zy1irg} を減算することにより与えられる。

【0024】粒子数 N_{zy1ges} は、燃焼室4の最大存在容積に基づいて、ピストン2が吸気管7から吸い込むことが可能な粒子数を表わしている。燃焼室4の最大存在容積は、ピストン2の行程容積 V_{hub} と、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} との閥数である。粒子数 N_{zy1ges} は一般式により計算することができ、この場合、入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bres} および吸気管7内の圧力 p_{saug} が考慮される。

【0025】粒子数 N_{zy1irg} は、燃焼室4内の無効容積として残っている粒子数を表わし、この粒子数は、前記のように最後の燃焼からシリング3の燃焼室4内にお残っているので、ピストン2により吸気管7から吸い込まれない。粒子数 N_{zy1irg} は、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} の閥数である。粒子数 N_{zy1irg} は一般の気体公式により計算され、この場合、出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bra} sおよび排気管8内の圧力 p_{abg} が考慮される。

【0026】吸気管7から取り出された粒子数 N_{zy1neu} は、その後、粒子数 N_{abges} 、すなわち単位時間当たりの粒子数に変換される。このために、粒子数 N_{zy1neu} は、内燃機関1の回転速度 n_{mot} と乗算される。内燃機関1として4サイクル機関が使用され、かつ4サイクル機関は2回転ごとに1吸気行程を有するので、乗算定数 K が使用される。同時に、定数 K により、分から秒への換算が行われる。

【0027】粒子流れ N_{abges} は、吸気管7から流出しかつ燃焼室4に流入する合計相対充填量 $rfges$ に変換することができる。吸気管7から燃焼室4内への粒子の流出は、同時に吸気管7内への流入を形成する。この場合、粒子流れ N_{zuges} がそれに相当する。

【0028】粒子流れ N_{zuges} は、吸気管7内に流入する合計相対充填量 $rfgesro$ に変換することができる。粒子流れ N_{zuges} は、粒子流れ N_{zud}

k 、 $Nzutev$ および $Nzagr$ からなっている。粒子流れ $Nzudk$ は、空気からなり、絞り弁9を介して吸気管7に流入する。粒子流れ $Nzutev$ は、再生ガスからなり、タンク通氣配管10を介して吸気管7に流入する。粒子流れ $Nzagr$ は、排気ガスからなり、排気ガス戻し配管13を介して吸気管7に流入する。

【0029】吸気管7から流出する粒子流れ $Nabges$ は、吸気管7に流入する粒子流れ $Nzuges$ から減算される。この結果が積分器15に供給され、積分器15は、吸気管7の貯蔵特性をモデル化している。積分器15に供給された粒子流れ、すなわち単位時間当たりに供給された粒子数から、積分器15は粒子数 $Nsaugges$ を形成する。この粒子数 $Nsaugges$ は、それぞれの時点において吸気管7内に存在する粒子数を示す。

【0030】一般気体公式を用いて、粒子数 $Nsaugges$ から、吸気管7内の圧力 p_{saug} を決定することができる。このために、吸気管7の容積 V_{saug} および吸気管7内のガス温度 t_{saug} が考慮される。吸気管7内の圧力 p_{saug} から粒子数 N_{zy1ges} を決定し、かつ粒子数 N_{zy1ges} から粒子数 N_{zy1neu} を決定することができ、図2の冒頭の説明は、粒子数 N_{zy1neu} から出発している。

【0031】図3に、図2のモデルが、とくに内燃機関1における燃焼室内的燃料／空気混合物の燃焼を考慮して示されている。図3において使用されている符号は付録3に説明されている。図3に関連の式が付録4に記載されている。

【0032】内燃機関1の各排気行程において、燃焼室4から排気管8に排気ガス $r fabgges$ が排出される。この排気ガス $r fabgges$ は、フレッシュガス成分 $rffgabg$ と、不活性ガス成分 $rfigabg$ と、可燃性ガス成分 $rfhcabg$ とからなっている。フレッシュガス成分 $rffgabg$ は、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素を表わしている。不活性ガス成分 $rfigabg$ は、不燃性ガスたとえば一酸化炭素または二酸化炭素を表わしている。たとえば燃料蒸気からなるガスは、可燃性ガス成分 $rfhcabg$ と理解される。

【0033】フレッシュガス成分 $rffgabg$ と、不活性ガス成分 $rfigabg$ と、可燃性ガス成分 $rfhcabg$ とは相対充填量を表わし、この相対充填量は、排出される合計排気ガス $r fabgges$ で除算することにより、関連の濃度 $k f g abg$ 、 $k i g abg$ および $k h c abg$ に変換される。これが変換ブロック19に示されている。

【0034】濃度 $k f g abg$ 、 $k i g abg$ および $k h c abg$ は、それぞれむだ時間要素16に供給され、むだ時間要素16により、排気ガスを排気管8から排気

ガス戻し配管13を介して吸気管7に戻すために必要な時間がモデル化される。むだ時間要素16により、排気ガス戻し配管13および排気ガス戻し弁14を介して行われる排気ガス戻しもまた考慮される。これは外部排気ガス戻しを示す。

【0035】排気ガス戻し弁14の位置の関数として、排気ガス配管13を介して戻される排気ガス r_{fagro} を決定することができる。時間遅延された濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} を、戻された排気ガス r_{fagro} と乗算することにより、再び関連の相対充填量が得られる。これが乗算ブロック20に示され、乗算ブロック20により、外部排気ガス戻しを介して戻された成分 $r_{ffgagro}$ 、 $r_{figagro}$ 、 $r_{fhcagro}$ が決定される。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 $r_{ffgagro}$ 、不活性ガス成分 $r_{figagro}$ および可燃性ガス成分 $r_{fhcagro}$ を表わしている。

【0036】濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} は、同様にそれぞれむだ時間要素17に供給され、むだ時間要素17により、同じシリンド3の相前後する2つの燃焼の間の時間がモデル化される。

【0037】図2に関して説明したように、各燃焼において、内燃機関1の燃焼室4内に排気ガスを含む無効容積が残っている。この無効容積は、次の燃焼において再び考慮されなければならない。これは、むだ時間要素17を介しての戻しにより達成され、かつ内部排気ガス戻しとして表わされる。

【0038】残っている無効容積に加えて、燃焼室4から吸気管7への排気ガスのこのような戻しは、内燃機関1の排気行程の間に入口弁5が少なくともある時間開かれることにより、さらに増大させることができる。この時間の間、排気ガスは直接燃焼室4から吸気管7に戻される。この排気ガス戻しは、いわゆる拡大内部排気ガス戻しを表わし、この内部排気ガス戻しは、同様に次の燃焼において考慮されなければならない。これは、同様にむだ時間要素17により達成される。

【0039】内燃機関1の燃焼室4における無効容積の関数として、また、場合により、入口弁5の制御の関数として、直接戻される排気ガスの量 r_{figrg} を決定することができる。この値を用いて、次に乗算ブロック21により、時間遅延濃度 k_{fgabg} 、 k_{igabg} および k_{hcabg} から、内部排気ガス戻しを介して戻される成分 r_{ffgirg} 、 r_{figirg} 、 r_{fhcirg} を決定することができる。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 r_{ffgirg} 、不活性ガス成分 r_{figirg} および可燃性ガス成分 r_{fhcirg} を表わしている。

【0040】タンク通気配管10を介して吸気管7に供給される再生ガス r_{ftero} は、フレッシュガス成分 $r_{ffgtero}$ および可燃性ガス成分 $r_{fhctero}$

からなっている。再生ガスの合計量 r_{ftero} は、タンク通気弁11の位置を介して決定することができる。再生ガス r_{ftero} の濃度の関数として、次にフレッシュガス成分のパーセント割合 $r_{ffgtero}$ および可燃性ガス成分のパーセント割合 $r_{fhctero}$ を推定することができる。

【0041】とくに存在する空気圧の関数として、吸気管7に絞り弁9を介して供給される空気は、所定のフレッシュガス成分 $r_{ffgdckro}$ を有している。この最後のフレッシュガス成分 $r_{ffgdckro}$ 、再生ガスのフレッシュガス成分 $r_{ffgtero}$ および外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分 $r_{ffgagro}$ が加算される。この結果は除算ブロック22に供給される。

【0042】外部排気ガス戻しの不活性ガス成分 $r_{figagro}$ は、同様に除算ブロック22に供給される。再生ガスの可燃性ガス成分 $r_{fhctero}$ および外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分 $r_{fhcagro}$ は、加算され、かつ次に除算ブロック22に供給される。

【0043】図2に関して説明したように、粒子流れ N_{zuges} から、吸気管7内に流入する合計相対充填量 r_{fgesro} を決定することができる。一部加算により決定された相対充填量は、除算ブロック22に供給されて、この合計相対充填量 r_{fgesro} で除算することにより、濃度に変換される。

【0044】求められた濃度は、むだ時間要素18により時間遅延される。これにより、ガス混合物の吸気管7への搬送がモデル化される。むだ時間要素18にさらに低域フィルタを設けてもよく、この低域フィルタにより、ガス混合物が内燃機関1の吸気管7内を通過する間の混合をモデル化することができる。この場合、むだ時間要素18は、内燃機関1の吸気管7内のガス混合物を構成するフレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに関係している。

【0045】図2に関して説明したように、粒子流れ N_{abges} から、吸気管7から流出する合計相対充填量 r_{fges} を決定することができる。乗算ブロック23においてこの合計相対充填量 r_{fges} と乗算することにより、むだ時間要素18により時間遅延された濃度を、再び相対充填量に換算することができ、しかもフレッシュガスに対する相対充填量 r_{ffg} 、不活性ガスに対する相対充填量 r_{fig} および可燃性ガスに対する相対充填量 r_{fhc} に換算することができる。

【0046】排気ガス戻し配管13を介して行われる外部排気ガス戻しは、図1に示すように、吸気管7と結合されている。この理由から、外部排気ガス戻しに関連の成分は、吸気管7をモデル化したむだ時間要素18の手前で結合されている。これとは異なり、内部排気ガス戻しは、燃焼室4内で直接行われるか、または、場合により、追加的に燃焼室4から吸気管7へ行われる。この理由から、内部排気ガス戻し弁に関連の成分は、吸気管7

をモデル化したむだ時間要素18の後側で結合されている。

【0047】フレッシュガス成分 $r f f g$ および内部排気ガス戻しのフレッシュガス成分 $r f f g i r g$ が加算される。求められたフレッシュガス成分 $r f f g u v g$ は、燃焼室4に供給されるフレッシュガスを示す。不活性ガス成分 $r f i g$ および内部排気ガス戻しの不活性ガス成分 $r f i g i r g$ が加算される。求められた不活性ガス成分 $r f f g u v g$ は、燃焼室4に供給される不活性ガスを示す。可燃性ガス成分 $r f h c$ および内部排気ガス戻しの可燃性ガス成分 $r f h c i r g$ が加算される。求められた可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ は、燃焼室4に供給される可燃性ガスを示す。

【0048】燃焼室4に相対燃料質量流量 $r k$ が噴射される。この燃料質量流量 $r k$ ならびにフレッシュガス成分 $r f f g u v g$ 、不活性ガス成分 $r f i g u v g$ および可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ は、燃焼室4内で点火

$$r f f g a b g = r f f g u v g - < r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30 >$$

【0052】ここで、最大 $<> = r f f g u v g$ 。 η_{v_b} は、燃焼室4に供給された可燃性ガスの相対充填量 $r f h c u v g$ のうちで実際に燃焼室4内で燃焼される割合を示す。この割合は、とくに燃焼室4内への相対燃料質量流量 $r k$ の直接噴射およびそれから得られる成層供給において、均質供給として燃焼室4に供給された合計可燃性ガス $r f h c u v g$ が場合により点火フレームにより捕えられず、したがって燃焼されないことから得られる。

【0053】係数30はフレッシュガスと可燃性ガスと

$$r f i g a b g = r f i g u v g + < r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30 >$$

【0056】ここで最大 $<> = r f f g u v g$ 。この場合、括弧表現 $<>$ 内の値が、燃焼室4に供給された不活性ガス $r f i g u v g$ に加算される。その理由は、燃焼において、供給された燃料質量流量 $r k$ および供給された可燃性ガスは、変換されて排気ガスを形成し、したが

$$\begin{aligned} r f h c a b g = & r f h c u v g * (1 - \eta_{v_b}) \\ & + < (r k + \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30) - (r f f g u v g / 30) > \end{aligned}$$

【0059】ここで最小 $<> = 0$ 。可燃性ガス $r f h c a b g$ は、一方で、実際に燃焼室内で燃焼された割合だけ低減されている。他方で、括弧表現 $<>$ 内の値により補正が行われ、この補正是とくにリッチな混合物において必要である。

【0060】要約すると、このように燃焼式を用いて、排気管8内に含まれているフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f h c a b g$ 、および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ が決定される。

【0061】代替態様または追加態様として、排気管8内に含まれているフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ 、および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ は、排気管8内に配置されているセンサ

プラグにより点火され、かつ燃焼される。この燃焼から、このとき同様にフレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ を有する排気ガスが求められ、図3の冒頭の説明はこれらの成分から出発している。

【0049】フレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ からなる排気管8内の排気ガスは、以下の燃焼式により、吸気管7を介して燃焼室4に供給されたガス混合物から決定することができ、この場合、このガス混合物は、フレッシュガス成分 $r f f g u v g$ 、不活性ガス成分 $r f i g u v g$ および可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ からなっている。

【0050】フレッシュガスに対しては次式が成立する。

【0051】

【数1】

$$r f f g a b g = r f f g u v g - < r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30 >$$

の量論比から得られ、この場合、ブタンに関しては、質量比1:15および密度比1:2である。括弧表現 $<>$ 内の値が、燃焼室4に供給されたフレッシュガス $r f f g u v g$ から減算される。その理由は、燃焼において、供給された燃料質量流量 $r k$ および供給された可燃性ガスが変換され、したがって供給されたフレッシュガスが「消費」されるからである。

【0054】不活性ガスに対しては次式が成立する。

【0055】

【数2】

$$r f i g a b g = r f i g u v g + < r k * \eta_{v_b} * r f h c u v g * 30 >$$

ってさらに多量の不活性ガスが発生するからである。

【0057】可燃性ガスに対しては次式が成立する。

【0058】

【数3】

により決定することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内燃機関の一実施態様の概略図である。

【図2】図1の内燃機関の吸気管に流入しあつそれから流出する粒子の数を決定するためのモデルの概略ブロック回路図である。

【図3】粒子流れを、フレッシュガス、不活性ガス、および可燃性ガスに分割するための、図2の本発明によるモデルの他の概略ブロック回路図である。

【符号の説明】

1 内燃機関

2 ピストン

- 3 シリンダ
 4 燃焼室
 5 入口弁
 6 出口弁
 7 吸気管
 8 排気管
 9 絞り弁
 10 タンク通気配管
 11 タンク通気弁
 12 活性炭フィルタ
 13 外部排気ガス戻し配管
 14 外部排気ガス戻し弁
 15 積分器
 16, 17, 18 むだ時間要素
 19 濃度への変換ブロック
 20, 21, 23 乗算ブロック
 22 除算ブロック

付録1

Nzy1neu シリンダ3の1行程において吸気管7から取り出される粒子数、単位：kmol
 Nzylirg 最後の燃焼からシリンダ3内になお残っている粒子数、単位：kmol
 Nzylges 1行程においてシリンダ3により吸込み可能な合計粒子数、単位：kmol
 Vtot シリンダ3の無効容積、単位：m³
 Vhub シリンダ3の行程容積、単位：m³
 psaug 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の圧力、単位：N/m²
 tsaug 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の温度、単位：K
 Vsaug 吸気管7の容積、単位：m³
 Nsaugges 吸気管7内に含まれている粒子数、単位：kmol
 Nzuges 吸気管7に単位時間当たり流入する粒子数、単位：kmol/s
 Nabges 吸気管7から単位時間当たり吸い込まれる粒子数、単位：kmol/s Nzutev タンク通気弁11を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位：kmol/s
 Nzudk 絞り弁9を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位：kmol/s
 Nzugr 排気ガス戻し弁14を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位：kmol/s
 nmot 内燃機関1の回転速度、単位：rpm
 rfges 吸気管7からの合計相対充填量、単位：%
 rfgesro 吸気管7内への合計相対充填量、単位：%
 tbres 入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度、単位：K
 tb ras 出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の

温度、単位：K
 pabg 排気管8内の圧力、単位：N/m²
 T 時間、単位：秒
 R ガス定数：8314 Nm/kmol*K
 K 定数：120 秒/分
 付録2
 Nzylneu=Nzylges-Nzylirg
 Nzylges=(psaug*(Vtot+Vhub))/R*tbres
 Nzylirg=(pabg*Vtot)/(R*tbras)
 Nabges=(Nzylneu*nmot)/K
 Nsaugges=(Nzuges-Nabges)*T
 psaug=(Nsaugges*tsaug*R)/Vsaug
 Nzuges=Nzutev+Nzudk+Nzugr
 付録3
 rftero 合計相対充填量、タンク通気から吸気管へ
 rffgtero 相対充填量、フレッシュガス、タンク通気から吸気管へ
 rfhtero 相対充填量、可燃性ガス、タンク通気から吸気管へ
 rffgdckro 相対充填量、フレッシュガス、絞り弁から吸気管へ
 rfa gro 合計相対充填量、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 rffgagro 相対充填量、フレッシュガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 rfigagro 相対充填量、不活性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 rfhcagro 相対充填量、可燃性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ
 rfabges 合計相対充填量、排気ガス
 rffgabg 相対充填量、排気ガス内のフレッシュガス
 rfigabg 相対充填量、排気ガス内の不活性ガス
 rfhcabg 相対充填量、排気ガス内の可燃性ガス
 kf gabg 排気ガス内のフレッシュガス濃度
 kigabg 排気ガス内の不活性ガス濃度
 khcabg 排気ガス内の可燃性ガス濃度
 rfffg 相対充填量、フレッシュガス
 rfig 相対充填量、不活性ガス
 rfhc 相対充填量、可燃性ガス
 rffgirg 相対充填量、フレッシュガス、内部排気ガス戻しから
 rfigirg 相対充填量、不活性ガス、内部排気ガス戻しから

$r\text{f}\text{h}\text{c}\text{i}\text{r}\text{g}$ 相対充填量、可燃性ガス、内部排気ガス戻しから

$r\text{f}\text{i}\text{r}\text{g}$ 合計相対充填量、内部排気ガス戻しから

$r\text{f}\text{f}\text{g}\text{u}\text{v}\text{g}$ 相対充填量、フレッシュガス、燃焼室へ

$r\text{f}\text{i}\text{g}\text{u}\text{v}\text{g}$ 相対充填量、不活性ガス、燃焼室へ

$r\text{f}\text{h}\text{c}\text{u}\text{v}\text{g}$ 燃焼室への相対充填量、可燃性ガス、燃焼室へ

$r\text{k}$ 相対燃料質量流量

付録4

$r\text{f}\text{g}\text{e}\text{s}\text{r}\text{o}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{t}\text{e}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{f}\text{g}\text{d}\text{k}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{f}\text{g}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{i}\text{g}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{t}\text{e}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}$

$r\text{f}\text{g}\text{e}\text{s}=r\text{f}\text{f}\text{g}+r\text{f}\text{i}\text{g}+r\text{f}\text{h}\text{c}$

$r\text{f}\text{t}\text{e}\text{r}\text{o}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{t}\text{e}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{t}\text{e}\text{r}\text{o}$

$r\text{f}\text{f}\text{g}\text{u}\text{v}\text{g}=r\text{f}\text{f}\text{g}+r\text{f}\text{f}\text{f}\text{g}\text{i}\text{r}\text{g}$

$r\text{f}\text{f}\text{g}\text{u}\text{v}\text{g}=r\text{f}\text{i}\text{g}+r\text{f}\text{i}\text{g}\text{i}\text{r}\text{g}$

$r\text{f}\text{h}\text{c}\text{u}\text{v}\text{g}=r\text{f}\text{h}\text{c}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{i}\text{r}\text{g}$

$r\text{f}\text{i}\text{r}\text{g}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{i}\text{r}\text{g}+r\text{f}\text{i}\text{g}\text{i}\text{r}\text{g}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{i}\text{r}\text{g}$

$r\text{f}\text{a}\text{b}\text{g}\text{g}\text{e}\text{s}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}+r\text{f}\text{i}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{a}\text{b}\text{g}$

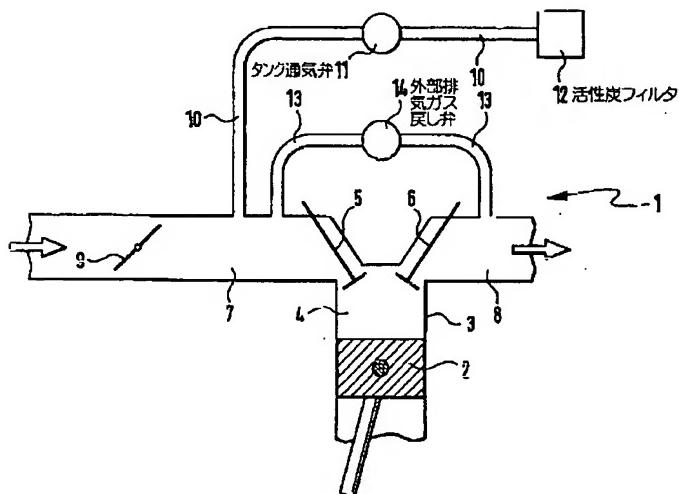
$k\text{f}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}/r\text{f}\text{a}\text{b}\text{g}\text{g}\text{e}\text{s}$

$k\text{i}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}=r\text{f}\text{i}\text{g}\text{a}\text{b}\text{g}/r\text{f}\text{a}\text{b}\text{g}\text{g}\text{e}\text{s}$

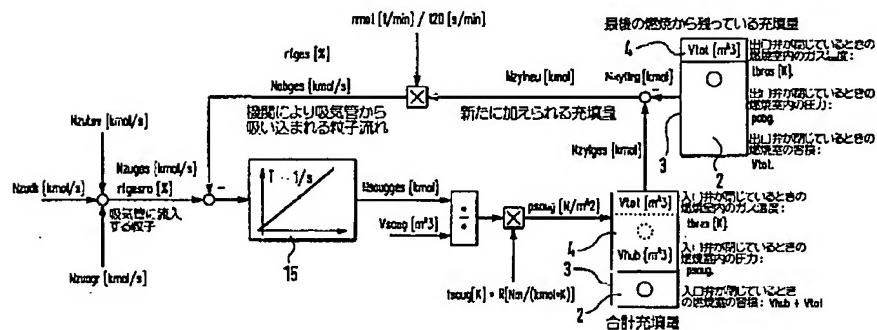
$k\text{h}\text{c}\text{a}\text{b}\text{g}=r\text{f}\text{h}\text{c}\text{a}\text{b}\text{g}/r\text{f}\text{a}\text{b}\text{g}\text{g}\text{e}\text{s}$

$r\text{f}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}=r\text{f}\text{f}\text{g}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{i}\text{g}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}+r\text{f}\text{h}\text{c}\text{a}\text{g}\text{r}\text{o}$

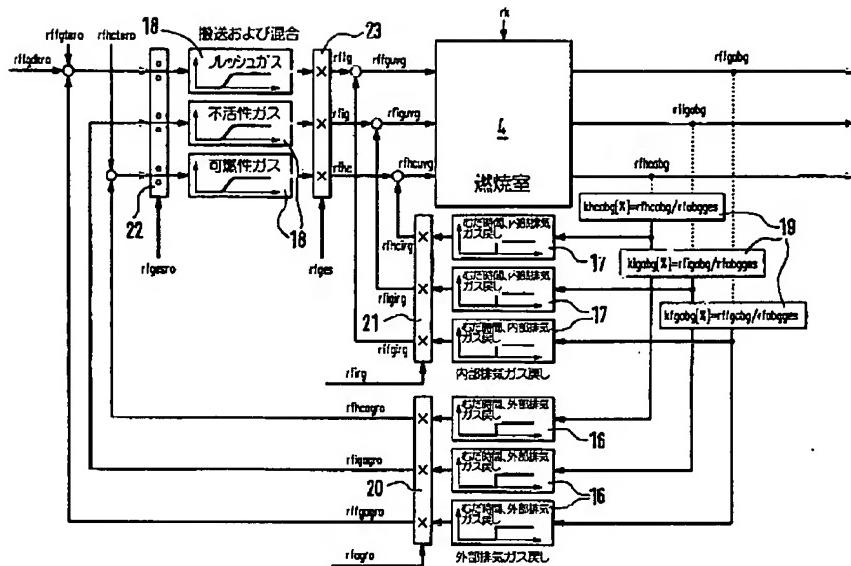
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き